

Bach, Alexandra

## Medien in gewerblich-technischen Lehr-Lernprozessen

*Zinn, Bernd [Hrsg.]; Tenberg, Ralf [Hrsg.]; Pittich, Daniel [Hrsg.]: Technikdidaktik. Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme. Stuttgart : Franz Steiner Verlag 2018, S. 157-171*



### Quellenangabe/ Reference:

Bach, Alexandra: Medien in gewerblich-technischen Lehr-Lernprozessen - In: Zinn, Bernd [Hrsg.]; Tenberg, Ralf [Hrsg.]; Pittich, Daniel [Hrsg.]: Technikdidaktik. Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme. Stuttgart : Franz Steiner Verlag 2018, S. 157-171 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-182331 - DOI: 10.25656/01:18233

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-182331>

<https://doi.org/10.25656/01:18233>

### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

## 3.5 Medien in gewerblich-technischen Lehr-Lernprozessen

Alexandra Bach (Universität Kassel)

### Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag zielt auf eine Verortung der Mediendidaktik innerhalb der Didaktik der beruflichen Bildung und der Technikdidaktik ab. Er zeigt das verfügbare Spektrum an Medien für den Einsatz in der gewerblich-technischen Berufsbildung auf und diskutiert die Wirkungszusammenhänge zwischen Unterricht und Lernleistung in Abhängigkeit von der Medienwahl bzw. den Medieneinsatzvarianten und weiteren Prädiktoren.

### Abstract

#### Media in Technical Education

The aim of the present article is first the positioning of mediadidactics in relation to the didactics of vocational education and technology didactics. Subsequently it presents the available spectrum of media for use in industrial and technical vocational training. Concluding it discusses the interrelationships between teaching and learning performance as a function of the media selection or the media application variants and other predictors.

## 1 (Digitale) Medien in gewerblich-technischen Lehr-Lernprozessen

### 1.1 Medienwahl als zentrales Entscheidungsfeld im Bezugsfeld Technikdidaktik, Didaktik der beruflichen Bildung und allgemeine Didaktik

Eine didaktisch professionell geplante Medienwahl ist für die Realisierung von Lehr-Lernprozessen in der gewerblich-technischen Berufsbildung zentral. Antworten auf die Frage, wie dies zu bewerkstelligen ist, liefert uns die Mediendidaktik, welche u. a. als ein Teilbereich der allgemeinen, beruflichen und technischen Didaktik zu verorten ist. Sie zielt darauf, mediale Entscheidungen im Rahmen der Unterrichtsplanung und Durchführung auf wissenschaftlicher Basis zu treffen und den Einsatz im Nachgang kritisch zu reflektieren (vgl. Süss, Lampert & Wjinen 2013, S. 170). Die Mediendidaktik befasst sich mit der Frage, welche Funktionen Medien in all ihren Facetten im Rahmen von allgemein- und berufsbildenden Lehr-/Lernprozessen erfüllen. Sie bietet Antworten an und Reflexionsanlässe auf die Problemstellung, wie Medien zielgerichtet gestaltet, ausgewählt und eingesetzt werden sollen, um intendierte Lehr-Lernziele bzw. Kompetenzziele zu erreichen. Es gilt, möglichst auf empirischer Basis und den gegebenen gesellschaftlichen, institutionellen und individuellen Bedingungsfeldern eine begründete Medienauswahl zu treffen, und zwar u. a. unter Beachtung der Methodik, der intendierten Kompetenzziele und der vorgegebenen Lernfelder/Lerninhalte (vgl. Eder 2015b, S. 346 f.; Riedl 2011, S. 172).

Da mediale Fragestellungen gleichermaßen für die Didaktik der beruflichen Bildung und für die Technikdidaktik relevant sind, lässt sich die Mediendidaktik auch in diesen Bezugsfeldern als Teilbereich verorten. Das Bestreben die allgemeine Didaktik, die Didaktik der beruflichen Bildung und die Technikdidaktik definitorisch zu fassen, gestaltet sich komplex, da die Perspektiven der Autoren, die versuchen, dies zu leisten, unterschiedliche Ausgangspunkte einnehmen und mitunter sehr unterschiedliche Akzente setzen (vgl. Tenberg 2011, S. 43). Die diesem Beitrag zugrundeliegende Definition folgt der traditionellen Argumentation nach Schelten, Riedl und Tenberg. Demnach ist Didaktik die zentrale Berufswissenschaft einer Lehrkraft und sie umfasst „alle Aspekte im Gesamtkomplex von Entscheidungen, Begründungen, Voraussetzungen und Prozesse für (...) [die Gestaltung allgemeinbildender und berufsbildender Lehr-Lernprozesse, die] zur wissenschaftlich orientierten Bewältigung ihrer Aufgaben in Schule und Unterricht befähigen.“ (Riedl & Schelten 2013, S. 58). Die Didaktik der beruflichen Bildung grenzt diese Berufswissenschaft auf das Feld der beruflichen Bildung ein bzw. weitet diese je nach Sichtweise aus, mit ihren speziellen, für die berufliche Bildung relevanten Gesetze, Ordnungsmitteln, didaktischen Prinzipien, Institutionen, Personen, Lernorten (schulisch, (außer-, über-) betrieblich), Lehr-/Lernmethoden, Medien, Intentionen, arbeitsmarktpolitischen Entwicklungen und Mechanismen usw. Eine Didaktik der beruflichen Bildung verkörpert somit kein „in sich geschlossenes theoretisches Erklärungssystem für das unterrichtsbezogene Handeln von [beruflichen] Lehrkräften“ (Riedl 2013, S. 15) in einem abgegrenzten Wirkungsbereich, sondern stellt eine Bereichsdidaktik dar, welche gleichzeitig auf Ergebnisse angrenzender Wis-

senschaften (Arbeitswissenschaften, allgemeine Erziehungswissenschaften, empirische Bildungsforschung etc.) rekurriert. Weiterhin wird in diesem Beitrag ein eingegrenztes Verständnis einer beruflichen Technikdidaktik fokussiert, dass sich vorwiegend auf die gewerblich-technische duale und vollzeitschulische Berufsbildung und -vorbereitung in Domänen, wie u. a. Metall-, Elektro-, Kfz- und Bau-/Holztechnik, bezieht. Die Technikdidaktik wird somit „einerseits als übergreifende Fachdidaktik technischer beruflicher Fachrichtungen (.), andererseits als technische Spezifikation der Didaktik beruflicher Bildung verstanden und gehandhabt“ (Tenberg 2011, S. 43). Die berufliche, gewerblich-technisch orientierte Mediendidaktik unterscheidet sich analog dazu von einer allgemeinbildend ausgerichteten Mediendidaktik durch ihre Projektion auf das Feld der gewerblich-technischen Berufsbildung.

Nach dieser überblicksartigen theoretischen Verortung wird im nächsten Schritt detailliert auf die Frage eingegangen, welche Medien im Bezugsfeld der beruflichen Technikdidaktik besonders relevant sind.

### 1.2 Spektrum an verfügbaren Medien im gewerblich-technischen Unterricht

Das Spektrum an verfügbaren Lehr-Lernmedien für den institutionalisierten Unterricht wächst seit der Einführung des ersten Schulbuches „Orbis sensualium pictus“ (Die sichtbare Welt) im 17. Jhd. durch Johann Amos Comenius kontinuierlich an. Die Ursache liegt zum einen in dem Sachverhalt begründet, dass didaktische Medien kontinuierlich für den Unterrichtseinsatz entwickelt werden, z. B. (digitale) Tafeln, Schulbücher, Arbeitshefte, Aufgabenblätter, Lernprogramme etc., und zum anderen daran, dass Alltags- und Massenmedien, wie z. B. Film, Fernsehen, Internet, Zeitschriften, Podcast etc., bereits kurz nach ihrer Genese didaktisiert und für institutionalisierte Lehr-Lernprozesse adaptiert werden (vgl. Hüther 2010, S. 234). Dabei werden die Medien im Unterricht als technische Hilfsmittel definiert, deren geplanter didaktischer Einsatz auf eine Verbesserung der Lehr-/Lernprozesse abzielt (vgl. Bonz 2009, S. 377). Sie ermöglichen dann Sekundärerfahrungen von unterschiedlicher Realitätsnähe (z. B. modellhafte, ikonische oder symbolische), wenn primäre Erfahrungen in realen Situationen nicht möglich sind (vgl. Tulodzieki & Herzig 2010, S. 15 ff.).

Trotz der hohen Bedeutung der Medien für die Realisierung formeller und informeller Lernprozesse konnte bisher ein eindeutiges und in sich konsistentes Medienklassifikationsschema nicht entwickelt werden. Dass die Versuche hierzu regelmäßig gescheitert sind, liegt darin begründet, dass sich die Medien kontinuierlich weiterentwickeln, häufig gleichzeitig in digitaler und analoger Form vorliegen und die Klassifikationen nach unterschiedlichen Differenzierungsebenen vorgenommen werden, z. B. Ebene der Technik, der Sinnesmodalitäten, der Codierungsart, der methodischen Einbettung in den Unterricht oder der Realitätsnähe bzw. des Abstraktionsniveaus (Tenberg 2011, S. 274 ff.; Tulodzieki & Herzig 2010, S. 31 ff.). Aus diesem Grund kann die folgende Darstellung des verfügbaren Medienspektrums zum Einsatz in gewerblich-technischen Lehr-/Lernprozessen keinen Anspruch auf abschließende Konsistenz und Vollständigkeit erheben. Die einzelnen Kategorien in Abbildung 2 werden im Folgenden erläutert.

1) Realien z.B.	2) Technische Lern- und Trainingssysteme & Lernfabriken z.B.	3) Computerbasierte Medien z.B.	4) (Digitale) audiovisuelle Medien z.B.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsgeräte</li> <li>• Maschinen</li> <li>• Produkte</li> <li>• Messgeräte</li> <li>• Werkzeuge</li> <li>• Programmiersprachen (z.B. C++)</li> <li>• CAD-Anwendungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulungsfahrzeuge mit geführter Fehlersuche</li> <li>• Lernsysteme der Pneumatik/Hydraulik/Elektrotechnik</li> <li>• experimentelle Versuchsanordnungen (z.B. zur Materialkunde)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lern- &amp; Simulationsprogramme</li> <li>• Learning-Management-Systeme</li> <li>• Digitales Whiteboard</li> <li>• 3D-Brillen/Datenbrillen</li> <li>• Digitale Assistenzsysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamera</li> <li>• Film/Video</li> <li>• Podcast</li> <li>• Bilder</li> <li>• Radio</li> <li>• Fernsehen</li> </ul>
5) Printmedien	6) Präsentationsmedien	7) Materialien	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulbücher</li> <li>• Tabellenbücher</li> <li>• Technische Zeichnungen</li> <li>• Fachzeitschriften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tafel</li> <li>• Overheadprojektor</li> <li>• Flipchart</li> <li>• Beamer</li> <li>• Dokumentenkamera</li> <li>• Metaplanwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetenzraster</li> <li>• Checklisten</li> <li>• Leitfragen</li> <li>• Lern- und Arbeitsaufgaben</li> <li>• Arbeitsblätter</li> </ul>	

Abbildung 1: Medienspektrum zum Einsatz in gewerblich-technischen Lehr-/Lernprozessen (eigene Darstellung)

Zu 1): Mit Realien sind aus der Wirklichkeit entnommene Objekte, wie z. B. Werkzeuge (z. B. Drehmomentschlüssel, Bohrmaschine), Produkte (z. B. Schweißverbindungen), Materialien (z. B. unterschiedliche Metalle), Maschinen (z. B. CNC-Maschinen), Messgeräte (z. B. Multimeter), technische Zeichnungen und zugehörige Softwareanwendungen usw. gemeint, die zunächst ohne besondere didaktische Aufbereitung in den beruflichen Unterricht integriert werden. Sie können beispielsweise als Anschauungsobjekte oder in schuleigenen oder betrieblichen Werkstätten zur Umsetzung von handlungsorientierten situierten Lern- und Problemlöseprozessen im (Lernfeld)Unterricht dienen (vgl. Tenberg 2011, S. 276; Stemmann & Lang 2016). Vor allem in der gewerblich-technischen Berufsbildung sind die kompetente Anwendung und Erstellung von digitalen Medien, wie z. B. Erstellen von Programmierungen und technischen Zeichnungen mithilfe von CAD/CNC-Anwendungen oder speicherprogrammierbarer Steuerung zudem zentrales Kompetenzentwicklungsziel des beruflichen Unterrichts, das nur durch die Nutzung der realen Programme im Unterricht adäquat entwickelt werden kann (vgl. Eder 2015a, S. 346 f.; Zimmer 2010, S. 31).

Zu 2): Technische Lern- und Trainingssysteme werden hingegen in der Regel von unterschiedlichen technikdidaktisch ausgerichteten Lehr-Lernmittelanbietern bzw. Bildungsdienstleistern angeboten (z. B. Lucas Nülle, Festo Didaktik, Thepra, Christianie etc.) und erheben ebenfalls den Anspruch darauf, möglichst praxisnahe Lehr-/Lernprozesse und Trainingseinheiten zu ermöglichen und dadurch theoretisches und prakti-

sches Lernen in für die berufliche Bildung geeigneter Weise miteinander zu verbinden (vgl. Lach 2016, S. 286). Im Gegensatz zu den Realien sind diese jedoch didaktisch aufbereitet bzw. es steht eine große Bandbreite an didaktischen Begleitmedien und Materialien zur Verfügung. So kann z. B. für die berufliche Erstausbildung im KFZ-Bereich ein didaktisch modifiziertes Schulungsfahrzeug, in dem bestimmte Fehlerquellen integriert wurden, in der Kombination mit begleitenden Büchern, webbasierten Lernmodulen und Arbeitsaufträgen in einem Trainingspaket erworben werden, welches ein möglichst realitätsnahes problemorientiertes Lernen in der beruflichen Erstausbildung ermöglichen soll. Kennzeichnend hierfür sind u. a. die didaktische Reduktion, die teilweise vorgegebenen Lernwege/Problemstellungen/Lern- und Arbeitsaufgaben und die didaktisch aufbereiteten Begleitmedien (digital & analog). Der Einsatz solcher Trainingspakete sind u. a. für elektrotechnische, pneumatische, hydraulische, gebäudetechnische und steuerungstechnische Ausbildungsinhalte und Problemlöseprozesse hochrelevant, jedoch auch häufig mit hohen finanziellen Investitionen verbunden. Das Konzept der Lernfabriken geht noch einen Schritt weiter, hierbei werden komplexe betriebliche Arbeitsumgebungen bzw. Produktionsstrecken unter Berücksichtigung des Stands der Technik (Maschinen, Anlagen, Geräte etc.) räumlich nachgestellt und simuliert. Lernfabriken ermöglichen den Auszubildenden, komplexe Fach- und Problemlösekompetenzen in realitätsnahen Lernumgebungen durch das möglichst selbstgesteuerte Lösen beruflicher Aufgaben und Probleme zu erwerben. Hierbei werden z. B. Fallbeispiele von technischen sowie arbeitsorganisatorischen Produktionsplanungen nachgestellt und bewertet (vgl. Zinn 2014, S. 23).

Zu 3): Der Nutzung von computer- & webbasierten Medien wird aktuell auch in der gewerblich-technischen Berufsbildung, z. B. vor dem Hintergrund von Industrie, Wirtschaft bzw. Arbeit 4.0, eine besonders hohe Relevanz zugeschrieben (vgl. KMK 2016, S. 19). Diese hohe Erwartungshaltung ist nicht neu, sondern sie tritt in regelmäßigen Zeitabständen auf und wird meistens durch jeweils aktuelle technische Innovationen ausgelöst. Momentan bezieht sich die Innovation auf Industrie 4.0 bzw. das Internet der Dinge. Dabei wird zukünftig in Smarten Fabriken die internetbasierte Vernetzung der industriellen Infrastruktur und Produktion, d. h. Maschinen, Werkstücke und Produkte z. B. durch Ausstattung mit Aktoren, Sensoren, integrierter Rechenleistung und IP-Adressen, angestrebt, um eine standortübergreifende echtzeitfähige Vernetzung der Produktionsanlagen zu ermöglichen. Diese Bestrebungen zielen darauf ab, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie im internationalen Vergleich zukünftig zu erhalten, z. B. durch die individuelle Fertigung im Rahmen industrieller Massenproduktion und durch die Schaffung dieser intelligenten Cyber-Physischen Systeme (CPS), in deren Rahmen Maschinen, Werkstücke und Produkte in die Lage versetzt werden, über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg miteinander zu kommunizieren unter Einbezug der menschlichen FacharbeiterInnen (vgl. Bach 2016b, S. 302). Vor dem Hintergrund dieses Zukunftsszenarios sollen vor allem mobile Endgeräte, Assistenzsysteme sowie Augmented Reality-Anwendungen die Kompetenzentwicklung der Fachkräfte – situationsadäquat, anlassbezogen und individuell angepasst – durch grafische Darstellungen von Prozessen und Störungen, durch virtuelle Handlungsanweisungen,

Simulationen von Instandhaltungsprozessen und Zusatzinformationen unterstützen. Damit werden sie dazu befähigt, mit den komplexen CPS kompetent zu interagieren und umzugehen, und Lern- und Arbeitsprozesse werden miteinander verzahnt (vgl. de Witt, 2013, S. 18 ff.). Vor diesem Hintergrund formuliert u. a. die KMK 2016 zum wiederholten Mal die klare Anforderung an die beruflichen Lehrkräfte und AusbilderInnen, aber auch die Lernenden, sich die Potenziale der digitalen Bildungstechnologien als Lehr-Lernwerkzeuge und als zentrale berufliche Bildungsinhalte zu erschließen (KMK 2016, S. 10 ff.). Dafür steht ein sich kontinuierlich erweiterndes Spektrum an digitalen Medien zur Verfügung (vgl. BIBB 2013, S. 394). Dies wären auf Softwareebene z. B.:

- a) Web oder Computer Based Trainings (WBT, CBT), die z. B. instruktionsorientierte digitale Lerneinheiten inklusive Lernerfolgsüberprüfung, digitalen Animationen oder auch komplexen Simulationen enthalten können (vgl. Kerres 2013, S. 7).
- b) E-Portfoliosysteme, welche z. B. eine digitale und publizierbare Sammlung von Kurs-, Lern- und Handlungsprodukten der Lernenden sowie deren kompetenzorientierte Bewertung sowie Veröffentlichung ermöglichen (vgl. Arnold et al. 2013, S. 266 ff.).
- c) Simulationsprogramme und virtuelle Arbeitsumgebungen, welche es ermöglichen, authentische Problemlöseprozesse und Arbeitsprozesse zu simulieren und durch virtuelle Experimente die realen Wirkmechanismen von physikalischen Prozessen, die Funktionsweisen von Maschinen oder technischen Systemen sowie die Arbeitsabläufe unter kontrollierten, kostengünstigen und gefahrlosen Bedingungen durchzuführen, nachzuvollziehen, zu veranschaulichen und zu üben (vgl. Eder 2015a, S. 23 f.; Schütte & Mansfeld 2013, S. 304). Beispielsweise ermöglichen Simulationen, CNC-Programme zu schreiben und diese an virtuellen Maschinen zu erproben oder virtuelle Fehlerdiagnosen am KFZ durchzuführen. Wenn kein ausreichender Etat für kostenintensive *Lern- und Trainingssysteme bzw. Lernfabriken zur Verfügung* steht, bieten sich Simulationen als gute, kostengünstige Alternativen an.
- d) Learning Management Systeme, welche u. a. in der Regel einen passwortgeschützten virtuellen Raum im Internet eröffnen. Hier können Lehrende Informations- und Lernmaterialien, virtuelle Kommunikations- und Arbeitsforen, Rollenzuweisung für Teilnehmer, zeitgesteuerte Informationsauslieferung, Lernstandsüberprüfungen und die Integration von WBTs, Autorensystemen, Wikis etc. den Lernenden zur Verfügung stellen. Je nach Rollenzuweisung, didaktischer Orientierung des Lehrenden, Kompetenzzielen und individueller Ausgangslage können die Lernenden den virtuellen Lernraum mehr oder weniger angeleitet bzw. weitestgehend selbstgesteuert für ihren Kompetenzerwerb nutzen (vgl. Arnold et al. 2013, S. 58 ff.).
- e) Weiterhin bietet das Internet eine nahezu unüberschaubare Anzahl an Lern- und Informationsangeboten, wie z. B. klassische Informationsseiten, Internetforen, Wiki-basierte Enzyklopädien, Podcasts, Screencasts, Blogs, Videoportale, Groupware, virtuelle soziale Netzwerke usw., die hier an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden können (vgl. Kerres 2013, S. 18 ff.).
- f) Diese Applikationen können auf computer- und internetbasierter Hardware, wie interaktiven Whiteboards, Desktop-/Laptop-/Tabletcomputern oder je nach An-

wendung auf Smartphones, -glasses, -watches etc. aufgerufen und für individuelle sowie institutionelle Lehr-Lernprozesse genutzt werden (vgl. Eder 2015a, S. 24).

Zu 4, 5 und 6): Zu den klassischen Printmedien, audiovisuellen Medien und Präsentationsmedien lässt sich darüber hinaus konstatieren, dass diese mittlerweile alle in digitaler Form vorliegen. Tageszeitungen, Fernseh-/Nachrichtensender, Schulbücher und Präsentationsmedien sind sowohl analog als auch digital z. B. über das Internet verfügbar bzw. die Funktion von Geräten, wie Videokamera, Audioaufnahmegerät etc., werden mittlerweile häufig in einem Gerät vereint. Viele Kreidetafeln an Schulen wurden mittlerweile durch digitale Whiteboards ersetzt, die Tafelfunktionen beinhalten. Der Overheadprojektor lässt sich gut durch eine Dokumentenkamera ersetzen, die Smartphones verfügen über Internetbrowser, Kameras und Fototechnologien. In diesem Zusammenhang spricht man von einer Konvergenz der Medien. Umgekehrt lassen sich digitale Medienangebote, wie z. B. digitale Schulbücher oder Arbeitsblätter in der Regel auch ausdrucken und papierbasiert im Unterricht einsetzen. Welche Variante in der gegebenen Lernsituation vielversprechender ist, muss die professionelle Lehrkraft unter den existenten Bedingungs- und weiteren Entscheidungsfeldern einschätzen. Trotz dieser umfassenden Digitalisierung des gesamten Medienspektrums behalten analoge Medien und vor allem Realien weiterhin ihren Wert und ihre Berechtigung im beruflichen Unterricht.

Zu 7): Materialien sind aufgabenbezogene Unterlagen, die entweder von der Lehrkraft selbst erstellt oder ggf. von Verlagen zur Verfügung gestellt werden und zur Anleitung, Information und Kommunikation in schüleraktiven Lehr-Lernprozessen eingesetzt werden (vgl. Tenberg 2011, S. 275). Beispiele für Materialien sind Kompetenzraster, Checklisten, Lern- und Arbeitsaufgaben (Lernjobs), Leittexte, Lernkontrollen etc. (vgl. Riedl 2011, S. 250 f.). In offenem weitestgehend selbstgesteuerten Unterrichtsettings, wie z. B. Wochenplanarbeit, Leittextmethode, Lernschrittkonzept, dienen solche Materialien dazu, den Schülerinnen und Schülern im Sinne des Scaffoldings trotz hoher Eigenaktivität bedarfsgerechte Orientierungshilfen und Unterstützung zur Selbstregulierung des eigenen Lernprozesses zu bieten und somit eine kognitive Überlastung zu vermeiden (vgl. Leutner et al. 2014, S. 303).

### 1.3 Wirkungsvoller Einsatz von traditionellen und digitalen Medien in gewerblich-technischen Lehr-Lernprozessen

#### 1.3.1 Angebots-Nutzungs-Modell – Lernförderliche Wirkung von Medien

Die Ausführungen in Kapitel 1.2 verdeutlichen, dass es nicht nur auf die Qualität und Beschaffenheit des Mediums ankommt, um lernförderlichen Unterricht zu kreieren, sondern u. a. auch auf die professionelle Kompetenz der Lehrkraft diese im Unterricht einzusetzen. Deshalb wird im Folgenden der Frage nachgegangen, wie Medien in den gewerblich-technischen Unterricht möglichst lernförderlich und nutzbringend integriert werden können. Auf diese Frage gibt es jedoch keine monokausalen Antworten.



Ob die Medienwahl und die Art und Weise der Nutzung von Medien sich lern- und kompetenzfördernd auswirken, hängt von vielfältigen Einflussfaktoren ab, wie sie beispielsweise Helmke in seinem Angebots-Nutzungs-Modell (vgl. Helmke 2014, S. 71) veranschaulicht (siehe Abbildung 2).

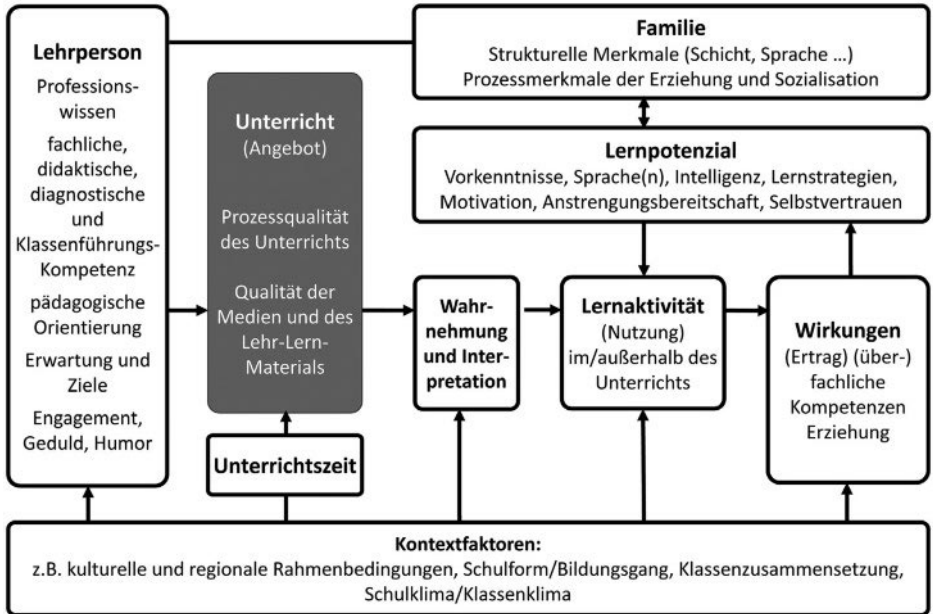


Abbildung 2: Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkungsweise des Unterrichts (Helmke 2014, S. 71)

In diesem Modell wird der institutionalisierte Lehr-Lernprozess, d.h. der Unterricht, als ein Angebot charakterisiert, das nicht direkt zum Schulerfolg d.h. der intendierten Wirkung, führt, sondern noch von weiteren Faktoren, wie: u. a. der Professionalität und Persönlichkeit der Lehrkraft; der Herkunft, den Lernaktivitäten und individuellen Lernpotenzialen der Lernenden (Vorwissen, Intelligenz, Interessen, ...); der Unterrichtszeit und den Kontextfaktoren, wie Bildungs-gang, Kultur des Landes und der Region, Klassen- und Schulklima etc., abhängt (vgl. Lipowsky 2015, S. 77). Wichtig ist folglich nicht nur die Qualität des unterrichtlichen Angebots, welches die professionelle Lehrkraft realisiert – z. B. durch die Formulierung probehaltiger Lernsituationen, die Umsetzung einer geeigneten handlungsorientierten Methodik und die realitätsnahe Medienwahl –, sondern auch die Wahrnehmung desselben und die daraus folgenden Lernaktivitäten durch die Lernenden.

### *1.3.1 Medienarrangement zur Schaffung einer authentischen berufsbezogenen Lernumgebung und Förderung der umfassenden beruflichen Handlungskompetenz*

Auch wenn die Wirkung des Medieneinsatzes im gewerblich-technischen Unterricht unter anderem von den oben genannten Faktoren abhängt, so steht doch fest, dass das in Kapitel 1.2 beschriebene Spektrum an verfügbaren analogen, digitalen und realen Medien ein hohes Potenzial für die Bereitstellung einer kompetenzförderlichen Lernumgebung eröffnet, in dessen Rahmen die Medien ihre vermittelnde Funktion als Träger der Information, als Träger der Kommunikation und als Träger von Handlungen in beruflichen Lehr-Lernprozessen erfüllen und die Aktivitäten der Lernenden (z. B. Informieren, Diskutieren, Kooperieren, Problemlösen, Produzieren) in den unterschiedlichen Sozialformen Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit und Plenum in der Regel erst ermöglichen (vgl. Bach 2016a, S. 111).

Dabei steht im gewerblich-technischen Unterricht der lernfeld- und handlungsorientierte Unterricht im Vordergrund, welcher auf didaktisch aufbereiteten Lernfeldern in den beruflichen Rahmenlehrplänen basiert, die von der Lehrplankommission aus zentralen beruflichen Handlungsfeldern des jeweiligen Ausbildungsberufs abgeleitet und didaktisch transformiert wurden. Dabei werden Gestaltungsprinzipien, wie Situationsorientierung, Selbststeuerung und Kooperation, fokussiert (vgl. Pferdt & Kremer 2012, S. 294). In diesen Zusammenhang ist es Aufgabe der Lehrkräfte im Bildungsgangteam, auf Basis der im Rahmenlehrplan vorgegebenen Lernfelder authentische Lernsituationen zu erarbeiten, die es im Unterricht ermöglichen, berufsrelevante Probleme und Handlungsbezüge nachzuvollziehen, zu abstrahieren und theoretisch aufzuarbeiten. Dies soll im beruflichen Unterricht durch die Lernenden möglichst selbstgesteuert, kooperativ und handlungsorientiert, ausgehend von den individuellen Voraussetzungen, erfolgen, damit die Lernenden dazu in die Lage versetzt werden, ihre umfassende berufliche Handlungskompetenz im Sinne der KMK (Fach-, Sozial-, Selbstkompetenz) durch die Teilnahme am beruflichen Unterricht zu erwerben und weiterzuentwickeln (vgl. Riedl 2011, S. 150 ff.).

Vor allem durch die Nutzung von Realien, wie Maschinen, Messgeräten & Werkzeuge, von technischen Lernsystemen, Lernfabriken, und auch von computerbasierten Medien, wie z. B. Simulationsprogrammen, Learning Managementsystemen, Augmented Reality, mobilen Endgeräten; Materialien, Tabellenbüchern, Arbeitsblättern, Kompetenzrastern etc., wird hier in Kombination eine Lernumgebung geschaffen, die das Nachstellen einer realen oder realitätsnahen beruflichen Arbeitsumgebung gestattet und eine möglichst umfassende kognitive Aktivierung und selbstständige praktische sowie theoretische Auseinandersetzung der Lernenden mit beruflichen Problemstellungen unter bedarfsgerechter Inanspruchnahme von instruktionaler Hilfestellung ermöglicht (vgl. Tenberg 2011, S. 276). Für die betriebliche Bildung wird aktuell vor allem das arbeitsplatznahe mobile Lernen als lernförderlich diskutiert (BIBB 2013, S. 383). FacharbeiterInnen sollen ihren Kompetenzentwicklungs- und Problemlöseprozess selbstgesteuert am Arbeitsplatz umsetzen und anlassbezogen auch durch den Austausch in virtuellen Expertengemeinschaften und das Bereitstellen von Zusatzin-

formationen (z. B. von Videos, Plänen, Informationstexten) unterstützt werden. Diese Zusatzinformationen werden mithilfe von mobilen Assistenzsystemen, wie z. B. von Tabletcomputern, Smartphones, Datenbrillen an Maschinen oder Geräten, abgerufen, z. B. durch QR-Technik, Augmented Reality Anwendungen o. Ä.) (vgl. Bach 2016a, S. 111; de Witt 2013, S. 20 ff.). Ist Lernen im Prozess der Arbeit nicht möglich, so gelingt es, durch digitale computerbasierte Medien, technische Lernsysteme und Lernfabriken die Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung als Leitidee beruflichen Unterrichts zu realisieren und authentische Lernanker in den beruflichen Unterricht zu integrieren.

Zentrales Ziel der beruflichen Bildung im Allgemeinen hierbei ist es dabei, die umfassende berufliche Handlungskompetenz in den Ausbildungsberufen adäquat zu entwickeln. Die digitalen Medien bzw. Medienkompetenzen nehmen hierbei eine zentrale Position ein, denn die Digitalisierung in der gewerblich-technischen Berufsbildung steht aktuell mit der Realisierung der Zukunftsperspektive Industrie 4.0 vor einem neuen Quantensprung (vgl. Schütte & Mansfeld 2013, S. 304). Dieser technologische Wandel führt dazu, dass vor allem in den industriellen Ausbildungsberufen (vgl. BIBB 2013, S. 384), aber auch im Handwerk digitale Medienkompetenzen in hohem Maße integraler Bestandteil der beruflichen Handlungskompetenz und damit zentrales und damit obligatorisches Kompetenzziel in den entsprechenden Lernfeldern gewerblich-technischer Ausbildungsberufe sind (vgl. Eder 2015a, S. 24; Wilbers 2014, S. 39). Neben den für die umfassende berufliche Handlungskompetenz grundlegenden Dimensionen des Wissens über digitale Medien und Handlungskompetenz im Umgang mit digitalen Medien, muss hier in diesem Zusammenhang insbesondere auch die Kompetenz zur kritischen Medienbewertung sowohl bei den Lernenden, als auch bei den Lehrenden gefördert werden, da Wirtschaft, Arbeit und Industrie 4.0 unsere Gesellschaft vor neue, teilweise noch unbekannte Herausforderung stellt bzw. stellen wird z. B. Datenschutz, Schutz der Persönlichkeitsrechte, Barrierefreiheit, Erhalt von Mitbestimmung und Demokratie, Cybermobbing und Cyberkriminalität usw. (vgl. Bach 2016b, S. 304 f.).

### *1.3.2 Wirkungen und exemplarische Handlungsempfehlungen zur Medienwahl im gewerblich-technischen Unterricht*

Aufgrund der in Kapitel 1.3.2 dargestellten Ausführungen wird deutlich, dass es in der beruflichen Bildung nicht darum gehen kann, den Einsatz einer Medienvariante als besonders lernförderlich herauszustellen. Dafür sind der Bildungsauftrag der beruflichen Schulen und die Wirkungszusammenhänge der Medienwahl (siehe Abbildung 3) in Bezug auf die Unterrichtsprozesse und den Lernerfolg des Einzelnen zu komplex (vgl. Lipowsky 2015, S. 97; Herzig 2014, S. 10). So wird in der Pädagogischen Psychologie beispielsweise schon lange der Aptitude-Treatment-Interaktion-Effekt diskutiert, der darauf hinweist, dass die individuellen Lernvoraussetzungen (Aptitude), wie z. B. domänenspezifisches Vorwissen oder räumliches Vorstellungsvermögen, mit der Wirkung einer Maßnahme (Treatment) zusammenhängen. So belegen beispielsweise empirische Studien, dass Animationen mit gleichzeitiger auditiver Erläuterung bei einem

gut ausgeprägten räumlichen Vorstellungsvermögen des Lernenden signifikant höhere Problemlöseleistungen bewirken als bei Lernenden mit einem begrenzten räumlichen Vorstellungsvermögen (vgl. Leutner et al. 2014, S. 310 f.).

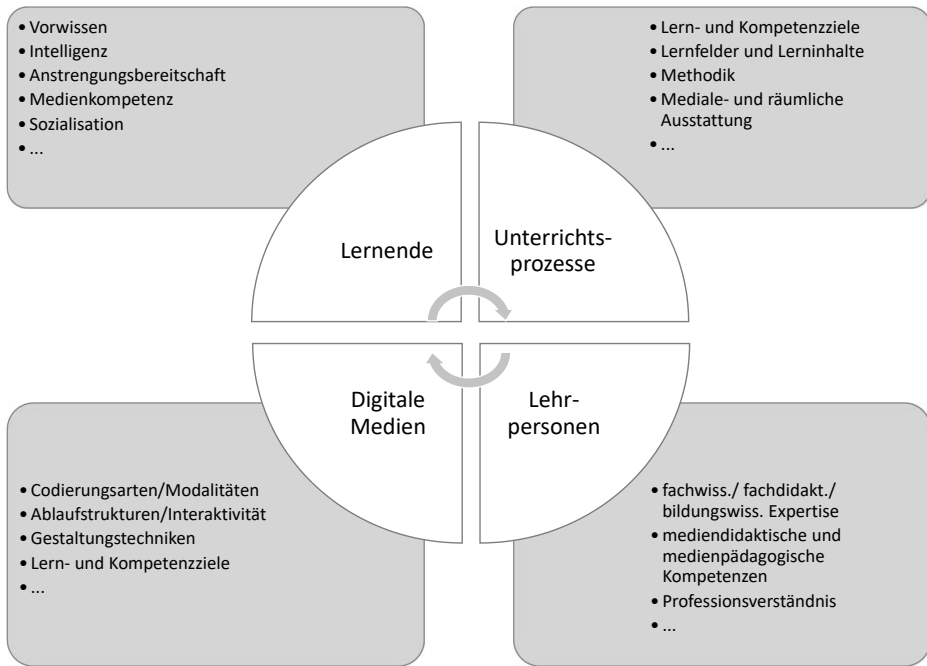


Abbildung 3: Einflussfaktoren auf die Wirkung digitaler Medien im Unterricht (vgl. Herzig 2014, S. 10)

Folglich muss die Lehrkraft bzw. das Bildungsgangteam dazu in der Lage sein (siehe Kapitel 1.3.1), mediale Entscheidungen im Einklang mit a) der eigenen Professionalität, den mediendidaktischen Kompetenzen & persönlichen Eigenschaften & Werthaltung; b) den individuellen Lernpotenzialen und der Herkunft der Lernenden (Vorwissen, Intelligenz, Interessen, motivationale Orientierung, Unterstützung durch das Elternhaus ...), c) den gegebenen Medienmerkmalen (digital/analog, Mono-/Multimedialität, Aufbau, Realitäts- und Komplexitätsgrad, Art, ...), der Codierungsform (Text, Bild, Ton, ...), den d) intendierten Unterrichtsprozessen und -zielen, wie den präferierten Konzepten und Methoden (z. B. der Lernfeld- und Handlungsorientierung, Projektarbeit, dem Problemlösenden Lernen, Selbstorganisierten Lernen, der beruflichen Handlungskompetenz usw., und e) den institutionellen Rahmenbedingungen, wie der verfügbaren Unterrichtszeit, der technisch-medialen Ausstattung, dem Klassen- und Schulklima etc., auf wissenschaftlicher Basis zu treffen (vgl. Herzig 2014, S. 10).

Herzig beispielsweise analysiert in diesem Kontext u. a. die Wirkung von Medien auf a) der Ebene des Individuums und b) auf der Ebene der Unterrichtsprozesse (vgl. Herzig 2014, S. 12 ff.). Zu a): Für die Optimierung des individuellen Lernerfolgs las-

sen sich hier bestimmte ausdifferenzierte Handlungsempfehlungen identifizieren, die durch die (berufs-)pädagogisch-psychologische Forschung fundiert wurden. Es können hier an dieser Stelle jedoch aus Kapazitätsgründen lediglich drei Handlungsempfehlungen exemplarisch formuliert werden:

- Exemplarische Handlungsempfehlung 1: Es ist lernförderlicher, zwei unterschiedliche Sinnesmodalitäten (z. B. die visuelle und die auditive) durch die Medien relativ zeitgleich anzusprechen. Laut der Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer wird hier die kognitive Belastung im Arbeitsgedächtnis durch das simultane Nutzen zweier Sinneskanäle reduziert, im Vergleich zur Darbietung der Lerninhalte in visueller Form, z. B. durch Text und Bild, oder der zeitversetzten Darbietung (vgl. Leutner et al. 2014, S. 304 ff.; Herzig 2014, S. 12). Dies kann sowohl persönlich durch die Lehrkraft als auch durch einen Film vermittelt erfolgen. Variante 1: Eine Lehrkraft demonstriert das WIG-Schweißen (Wolfram-Inert-Gas-Schweißen) in der berufsschulischen Metallwerkstatt und erläutert dabei zeitgleich die theoretischen Hintergründe zum Vorgehen, zu den beteiligten Werkstoffen und Geräten. Variante 2: Die Auszubildenden sehen sich einen Schulungsfilm zum Thema an, indem das Vorgehen beim WIG-Schweißen gezeigt und zeitgleich erläutert wird.
- Exemplarische Handlungsempfehlung 2: Die Forschergruppe um Nickolaus, Abele, Walker etc. kommt im Rahmen großangelegter experimenteller Studien zur Kompetenzmodellierung in ausgewählten gewerblich-technischen Ausbildungsberufen (Elektroniker(in) für Automatisierungstechnik (vgl. Walker et al. 2016, S. 139 ff.), Kfz-Mechatroniker(in) (vgl. Abele et al. 2016, S. 171) zu dem Ergebnis, dass z. B. die Problemlösekompetenz von Auszubildenden im Kfz-Bereich an virtuell simulierten und abgeprüften Problemfällen mit Blick auf reale Arbeitsumgebungen valide diagnostiziert werden kann. So kann zunächst davon ausgegangen werden, dass von Experten entwickelte virtuelle Simulationen dazu geeignet sind im berufsschulischen Unterricht die realen Arbeitsumgebungen teilweise zu ersetzen. Darüber hinaus wurden u. a. folgende didaktische Handlungsempfehlungen abgeleitet: Mit dem Einsatz von computerbasierten „Fehlerdiagnose-Kurzaufgaben (...) ist es möglich, auch in der Unterrichtspraxis eine gezielte Diagnose zu den Stärken und Schwächen der Auszubildenden vorzunehmen und daran anknüpfend, die didaktischen Handlungen auszurichten.“ (Abele et al. 2016, S. 200). Weiterhin wird konstatiert, da „authentische Simulationen letztlich die gleichen Analyseschritte einfordern wie jene in den realen Kfz-Systemen, bestehen gute Voraussetzungen, um die Simulationen zu didaktischen Zwecken zu nutzen.“ (ebd.). Diese Einschätzung wird durch die Hattiestudie bekräftigt, da auch in dieser festgestellt wird, dass der digitale Medieneinsatz im Hinblick auf problemlösendes Lernen in den analysierten Metastudien mit hoher Wirkung realisiert werden konnte ( $d=0,57$ ) (vgl. Hattie et al. 2013, S. 262). Hier zeigt sich jedoch auch, dass als Prädiktoren des erfolgreichen Problemlöseprozesses die individuellen Voraussetzungen der Lernenden kontrolliert werden müssen, wie z. B. die fluide Intelligenz, das domänenspezifische Fachwissen, die Ausdauer und Aufgeschlossenheit gegenüber dem Problemlösen (vgl. Stemmann & Lang 2016, S. 14; Walker et al. 2016, S. 163)

- Exemplarische Handlungsempfehlung 3: Die Hattiestudie liefert empirische Belege dafür, dass computerbasierter Unterricht als Ergänzung zur Tätigkeit der Lehrkraft ( $d=0,45$ ) deutlich effektvoller ist, als wenn dieser, die Lehrkraft ersetzend, genutzt wird ( $d=0,30$ ) (vgl. Hattie et al. 2013, S. 263). Diesem Ergebnis entsprechend, fallen z. B. die Effektstärken im Hinblick auf isoliertes „Webbasiertes Lernen“ ( $d=0,18$ ) viel geringer aus (vgl. Hattie et al. 2013, S. 268). Aus diesen empirischen Daten lässt sich ableiten, dass es sinnvoller ist, die digitalen Arbeits- und Rechercheaufträge oder das selbstgesteuerte Durcharbeiten von WBTs durch die Lehrkraft flankierend zu begleiten. Dies kann z. B. durch: bedarfsgerechte instruktionale Hilfestellungen bei der Informationsrecherche, strukturierte Arbeitsaufträgen, den Einsatz von Kompetenzrastern und Checklisten sowie in Form von regelmäßigen Besprechungen und gemeinsamen Bewertungen der Arbeitsaufgaben/Lösungswege in Kleingruppen oder im Plenum erfolgen. Durch diese oder weitere Maßnahmen kann eine mögliche kognitive Überlastung der Lernenden mit geringem domänenspezifischem, medienbezogenem und lernstrategischem Vorwissen durch zu komplexe Aufgaben, durch ablenkende sachfremde Inhalte und durch noch nicht routinisierten Strategieeinsatz minimiert werden (vgl. Leutner et al. 2014, S. 303).

## 2 Fazit

Wie in diesem Beitrag verdeutlicht wurde, steht eine große Vielfalt an Medien für den Einsatz in gewerblich-technischen Lehr-Lernprozessen zur Verfügung. Ihre Wirkung und unterschiedliche Funktionen können sie jedoch nur dann entfalten, wenn die mediendidaktischen Kompetenzen der Lehrkräfte sie dazu in die Lage versetzen, lernförderliche Medienarrangements zu realisieren und auch empirische Studien kritisch zu analysieren. Denn gerade die Studien, welche sich mit den „Effekten des Lernens mit Medien [befassen, interpretieren] den Lernerfolg in der Regel als Behaltensleistung. Sie vergleichen, ob dargebotene Inhalte beim Lernen mit [bestimmten] Medien besser behalten werden als in einem traditionellen Unterricht.“ (Kerres 2013, S. 95). Diese Interpretation des Lernerfolgs greift deutlich zu kurz, wenn der Erwerb einer umfassenden beruflichen Handlungskompetenz in der beruflichen Bildung angestrebt wird. Hier manifestiert sich der Lernerfolg u. a. in dem Erwerb von Problemlösefähigkeit, Selbstorganisationsfähigkeit, Sozialkompetenz, kritischem Reflexionsvermögen, Methoden- und Medienkompetenz, Einstellungen und Haltungen usw. und nicht ausschließlich im Erwerb und der bestmöglichen Reproduktion von fachsystematisch erworbenem Wissen.

In diesem Zusammenhang gilt es, die durch Lehrerfortbildung routinierten Lehrkräfte dazu zu befähigen, altbewährte Handlungsschemata des Unterrichtens und der Mediennutzung aufzubrechen und auf wissenschaftlicher Basis weiterzuentwickeln. Ebenso gilt es, bei Lehramtsstudierenden in der ersten und zweiten Phase der Lehrerbildung, den Grundstein für die Entwicklung adäquater mediendidaktischer Basiskompetenzen zu legen. Dabei darf die Kompetenzentwicklung der SchülerInnen nicht aus dem Blick geraten. Denn diese müssen z. B. durch Strategietraining, durch eine sukzes-

sive Einführung in die Lernsysteme & in das intendierte Unterrichtskonzept mitunter erst dazu zu befähigt werden, ihren Lernprozess weitgehend selbstständig zu steuern und zu regulieren, damit in komplexen Lernumgebungen ihre berufliche Handlungskompetenz adäquat weiterentwickelt werden kann.

## Literatur

- Abele, S. et al. (2016). Berufsfachliche Kompetenzen von Kfz-Mechatronikern – Messverfahren, Kompetenzdimensionen und erzielte Leistungen (KOKO Kfz). In: K. Beck, M. Landenberger & F. Oser (Hrsg.), *Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung. Ergebnisse aus der BMBF-Förderinitiative ASCOT (171–203)*, Bielefeld: WBV.
- Arnold, A. et al. (2013). *Handbuch E-Learning. Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. 3. Auflage. Bielefeld: WBV.
- Bach, A. (2016a). Nutzung von digitalen Medien an berufsbildenden Schulen – Notwendigkeit, Rahmenbedingungen, Akzeptanz und Wirkungen. In: J. Seifried, U. Faßhauer, S. Seeber & B. Ziegler (Hrsg.), *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung (107–123)*, Opladen: Budrich.
- Bach, A. (2016b). Medienkompetenz als Zielperspektive beruflicher Bildung im Zeitalter von Industrie 4.0. *Die berufsbildende Schule*, 68 (8/9), 302–307.
- BIBB (2013). *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2013 – Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- Bonz, B. (2009). *Methoden der Berufsbildung. Ein Lehrbuch*. 2. Auflage. Stuttgart: Hirzel Verlag.
- De Witt, C. (2013). Vom E-Learning zum Mobile Learning – wie Smartphones und Tablet PCs Lernen und Arbeit verbinden. In: C. De Witt & A. Sieber, *Mobile Learning. Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten (13–26)*. Wiesbaden: Springer VS.
- Eder, A. (2015a). Akzeptanz von Bildungstechnologien in der gewerblich-technischen Berufsbildung vor dem Hintergrund von Industrie 4.0. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 3(2), 19–44.
- Eder, A. (2015b). Entscheidungen, mediale. In: J.-P. Pahl (Hrsg.), *Lexikon Berufsbildung (346–347)*. Bielefeld: WBV.
- Gschwendtner, T., Abele, S. & Nickolaus, R. (2009). Computersimulierte Arbeitsproben. Eine Validierungsstudie am Beispiel der Fehlerdiagnoseleistungen von Kfz-Mechatronikern. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 105(4), 557–578.
- Hattie, J., Zierer, K. & Beywl, W. (2014). *Lernen sichtbar machen: Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von Visible Learning*. Hohengehren: Schneider Verlag.
- Helmke, A. (2014). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. 5. Auflage. Friedrich Verlag: Seelze-Velber.
- Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Gütersloh: Bertelsmann.
- Hüther, J. (2010). Mediendidaktik. In: J. Hüther & B. Schorb (Hrsg.), *Grundbegriffe Medienpädagogik (265–276)*. München: Kopäd.
- Kerres, M. (2013). *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote*. München: Oldenbourg Verlag.
- KMK (2016). *Bildung in der Digitalen Welt. Strategien der Kultusministerkonferenz Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016*. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung\\_digitale\\_Welt\\_Webversion.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf), Stand vom 28. 12. 2016.
- Lach, F. (2016). Erschließung des didaktisch-methodischen Potenzials eines digitalen multifunktionalen Lernmediums. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 4 (2), 285–304.
- Leutner, D., Opfermann, M. & Schmeck A. (2014). Lernen mit Medien. In: T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie (297–321)*. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In: E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie (69–97)*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Pferdt, F.G. & Kremer, H.-H. T. (2012). Berufliches Lernen mit Web 2.0 – Medien(entwicklungs)kompetenz und berufliche Handlungskompetenz im Duell? In: R. Schulz-Zander et al. (Hrsg.), *Jahr-*

- buch Medienpädagogik 9. Qualitätsentwicklung in der Schule und medienpädagogische Professionalisierung, (289–307). Wiesbaden: VS-Verlag.
- Riedl, A. (2011). Didaktik der beruflichen Bildung. 2. Auflage. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Riedl, A. & Schelten, A. (2012). Grundbegriffe der Pädagogik und Didaktik beruflicher Bildung. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Schütte, F. & Mansfeld, T. (2013). Digitale Lehr-Lernmittel in der Metall- und Elektrotechnik. Fachdidaktische Relevanz, unterrichtsmethodische Reichweite. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 109(2), 304–316.
- Stemmann, J. & Lang, M. (2016). Personen-, System- und Situationsmerkmale als Einflussfaktoren auf den problemlösenden Umgang mit technischen Alltagsgeräten. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 4 (Heft 2), S. 128–150.
- Süss, D., Lampert, C. & Wijnen, C. (2013): Medienpädagogik. Ein Studienbuch zur Einführung. Wiesbaden.
- Tenberg, R. (2011). Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. Theorie und Praxis der Technikdidaktik. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Tulodziecki, G. & Herzig, B. (2010). Mediendidaktik. Medien in Lehr- und Lernprozessen verwenden. Kopäd: München.
- Walker, F. et al. (2016). Berufsfachliche Kompetenzen von Elektronikern für Automatisierungstechnik – Kompetenzdimensionen, Messverfahren und erzielte Leistungen (KOKO EA). In: K. Beck, M. Landenberger & F. Oser (Hrsg.), Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung. Ergebnisse aus der BMBF-Förderinitiative ASCOT (139–169). Bielefeld: WBV.
- Wilbers, K. (2012). Entwicklung der Kompetenzen von Lehrkräften berufsbildender Schulen für digitale Medien. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis. 41(3), 38–41.
- Zimmer, G. (2010). In: J. Hüther & B. Schorb (Hrsg.), Grundbegriffe Medienpädagogik (30–37). München: Kopäd.
- Zinn, A. (2014). Lernen in aufwendigen technischen Real-Lernumgebungen – eine Bestandsaufnahme zu berufsschulischen Lernfabriken. Die berufsbildende Schule, 66 (1), 23–26.